

Bilbao Legible. Análisis computacional de legibilidad urbana

Legible Bilbao. Computational method for urban legibility

Ander Gortazar-Balerdi ¹

¹(Facultad de Arquitectura, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) ander.gortazar@ehu.eus

Jacek Markusiewicz ²

²(Facultad de Arquitectura, Universidad Politécnica de Varsovia) j.markusiewicz@gmail.com

Palabras clave: imagen de la ciudad, wayfinding, legibilidad, orientación, análisis computacional

Resumen:

La legibilidad es un concepto central en las teorías sobre cognición espacial desde que Kevin Lynch publicó *La Imagen de la Ciudad* en 1960. Entendemos la legibilidad como la capacidad de una ciudad para ser interpretada y fácilmente utilizada, recorrida y disfrutada, desde la perspectiva del peatón. Partiendo de una propuesta en el proceso de presupuesto participativo de la ciudad de Bilbao, escribimos un informe técnico para «mejorar la legibilidad urbana de la ciudad y facilitar la orientación a través de innovaciones en señalética».

Este artículo tiene como objetivo presentar una aplicación de métodos computacionales para medir la legibilidad urbana de Bilbao, de la que partió la propuesta para una nueva estrategia de orientación peatonal. El método se basa en datos SIG y simula procesos urbanos utilizando algoritmos dedicados, lo que nos permite realizar dos análisis que dan como resultado sendos mapas superpuestos: un mapa de calor de puntos de decisión y un mapa de aperturas visuales. La investigación introduce el concepto de puntos de anticipación, como complemento de la idea existente de puntos de decisión.

El proceso nos permitió percibir elementos urbanos comunes que pueden ayudar a decidir tanto la ubicación de la señalización de señalización como la forma en la que esta debe proporcionar la información relevante.

Abstract:

Legibility is a core concept in spatial cognition theories since Kevin Lynch published *The Image of the City* in 1960. It is the ability of a city to be interpreted and easily used, travelled and enjoyed, from the pedestrian's perspective. Following a proposal in the participatory budget process of the city of Bilbao, we wrote a technical report to «improve the urban legibility of the city and facilitate wayfinding through innovations in signage».

This paper aims to present an application of computational methods in measuring urban legibility. It is an analysis of Bilbao that resulted in a proposal for a new wayfinding strategy. The method is based on GIS data, and it simulates urban processes using dedicated algorithms, allowing us to perform two analyses that resulted in two overlapping maps: a heat map of decision points and a map of visual openings.

The research introduces the concept of anticipation points, as a complement to the existing idea of decision points. It allowed us to perceive common urban elements that can help to decide both the location of the wayfinding signage and how it should provide the relevant information.

Introducción

En 2018, el ayuntamiento de Bilbao nos encargó un proyecto (Gortazar y Markusiewicz, 2018) al que más tarde llamaríamos Bilbo Irakurri/Bilbao Legible. El encargo surgió a través del proceso de presupuesto participativo de la ciudad, donde una asociación local había expresado su preocupación por las dificultades que algunos grupos sociales (recién llegados, niños, visitantes ocasionales, etc.) tienen para orientarse en la ciudad. El objetivo del proyecto era, por lo tanto, «mejorar la legibilidad urbana de la ciudad y facilitar la orientación peatonal a través de innovaciones en señalización». En el proyecto, entendíamos la legibilidad como «la capacidad de una ciudad para ser interpretada y fácilmente utilizada, recorrida y disfrutada, desde la perspectiva del peatón».

La legibilidad es un concepto central en las teorías de cognición espacial desde que Kevin Lynch publicó *La imagen de la ciudad* en 1960. Según Lynch, un entorno legible es un lugar que puede organizarse según un patrón coherente y reconocible. En otras palabras: la legibilidad de un espacio se mide por su capacidad para formar una imagen mental (Lynch, 1960). El concepto también se utiliza para describir cómo de fácil es orientarse en un determinado entorno urbano (Fendley, 2007). Herzog y Leverich, años después, describían la legibilidad como las características del espacio que la hacen comprensible, ayudando a crear mapas cognitivos y a orientarse (Koseoglu y Erinsel, 2011).

Lynch distinguió cinco elementos centrales de sus análisis de legibilidad: sendas, bordes, nodos, barrios e hitos. Aunque la percepción, en principio, parece un concepto difícil de abordar mediante técnicas computacionales, han sido varios los investigadores que han seguido esta estrategia, con el fin de contribuir a la inclusión del concepto de «la imagen de la ciudad» en el campo de los Sistemas de Información Geográfica. Andreani y Sayegh (2017) escribieron sobre un método de investigación aplicada para analizar, cuantificar y visualizar la experiencia individual del entorno construido con relación a diferentes cualidades urbanas. Filomena, Verstegen y Manley (2019) presentaron un método para detectar sendas, bordes, nodos, barrios e hitos, argumentando que ninguno de los enfoques habituales (enfoque de la Sintaxis del espacio, el enfoque de la Información y el de la Extracción automática de puntos de referencia) ha ofrecido herramientas para determinar cuantitativamente los cinco elementos de *La Imagen de la Ciudad*.

El objetivo de este trabajo es presentar la aplicación de una serie de métodos computacionales para medir la legibilidad urbana, gracias a la cual se propuso una nueva estrategia de orientación urbana peatonal para la ciudad de Bilbao. En el documento, describiremos primero la ciudad en función de la legibilidad del espacio, centrándonos en la importancia de dos conceptos principales: los puntos de decisión y el *wayfinding* (o proceso de orientación). Después, explicaremos los métodos computacionales utilizados en el estudio y describiremos sus fundamentos y sus resultados. Finalmente, explicaremos los resultados de esta investigación y la forma en la que nos ayudaron a proponer un nuevo sistema de orientación para Bilbao.

El ejemplo de Bilbao

Bilbao es una ciudad que se mueve a pie: los desplazamientos andando constituyen el 63% de la movilidad interna. La densidad –resultado de la complicada orografía–, una ciudad de funciones mixta y medidas urbanísticas tangibles son los principales factores de esta realidad.

Sin embargo, también existen obstáculos. Por un lado, la falta de familiaridad con un entorno urbano determinado y, en consecuencia, el desconocimiento del itinerario a seguir. Ayudar al peatón a identificar las diferentes morfologías urbanas que la componen, tanto en su imaginario habitual como en el momento y lugar que lo necesite, es clave para garantizar una buena orientación a diferentes escalas (metrópolis, distrito/barrio, vecindario).

Por otro lado, la escala metropolitana plantea nuevos retos a la ciudad legible, puesto que la creación de unidades metropolitanas, funcionales y territoriales no siempre va acompañada de imágenes correlativas que permitan al

observador identificar sus partes y estructurar el conjunto. Esta situación es visible sobre todo en los márgenes municipales y en las formas de asentamiento territorial más contemporáneas.

Los límites administrativos, ya sean entre municipios, distritos o barrios, rara vez coinciden con la percepción individuales de los ciudadanos. De hecho, cada imagen es única y es el resultado de la experiencia propia de cada uno, por lo que estas representaciones mentales tampoco suelen coincidir del todo entre ellas. Sin embargo, sí es compartida una parte considerable de su contenido, creando elementos urbanos que juntos constituyen la imagen colectiva de una ciudad.

Los distritos de Bilbao son un buen ejemplo de ello. Hay distritos con límites nítidos y socialmente aceptados (Deusto), los hay de límites difusos y socialmente confusos (Rekalde), de morfología urbana homogénea y coherente (Abando), distritos que son a su vez barrios (Begoña, Uribarri) y distritos que agrupan morfologías e imágenes totalmente contradictorias (Ibaiondo). El mapa de los edificios de la ciudad basado en su antigüedad permite entender esta realidad inmediatamente (Fig. 01).

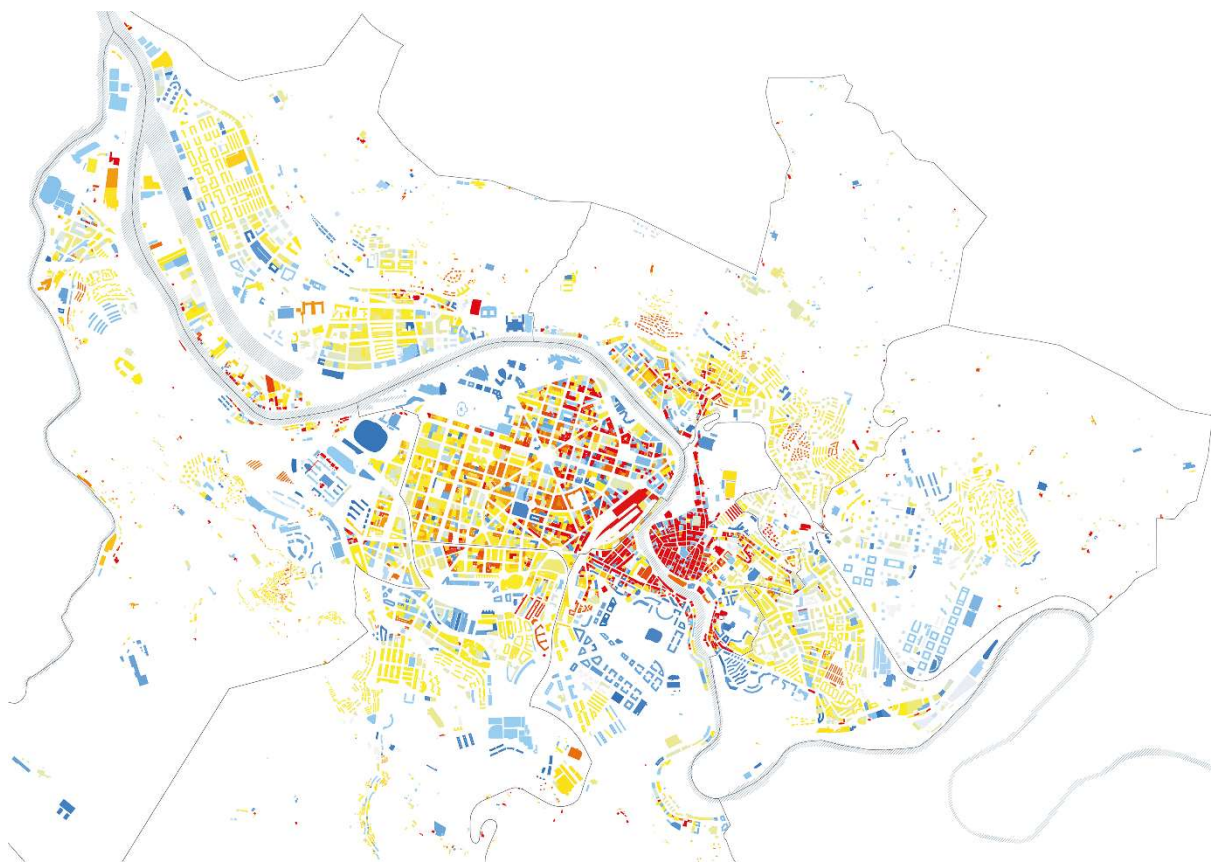


Fig. 01. Mapa de los edificios de Bilbao basado en su antigüedad –o su rehabilitación más reciente–, con límites administrativos de los barrios.

Entendemos por morfología la forma que toma la ciudad en un área determinada; es la característica principal que da a un barrio un carácter común reconocible y lo convierte en una sección espacial distintiva. Es por ello por lo que los cambios de morfología urbana –coincidan o no con los límites administrativos– suelen implicar cambios de identidad percibida y de nombre, e implican necesidades diferentes a la hora de orientarse en ellas.

En el caso de Bilbao se observan 8 morfologías diferentes, que dan forma a áreas urbanas distintivas de dimensiones varias, desde pequeños vecindarios hasta distritos enteros:

- Casco histórico: es la estructura orgánica primitiva de la ciudad, de calles estrechas e hileras de edificios entre medianeras (Casco Viejo y partes de Bilbao la Vieja y Atxuri). Son destinos habituales de fuerte

carga simbólica y repletos de esquinas, recovecos, cruces, edificios singulares y otras referencias, lo que ayuda a su memorabilidad y legibilidad. Sin embargo, su estructura orgánica dificulta la orientación a peatones no habituales.

- Ensanche: corresponde al plan de Achúcarro, Alzola y Hoffmeyer de 1876 y a la posterior ampliación de Ugalde (Indautxu). De calles más amplias y trama generalmente ortogonal, la monotonía del tejido se compensa con ejes claros y edificios de épocas y estilos varios, ayudando a crear secuencias referenciales que favorecen una buena orientación.
- Parcelación periférica: a falta de más planes ordenados, la ciudad crece siguiendo los caminos históricos que llegan a ella y basándose en la parcelación existente (Santutxu, Uribarri, partes de Rekalde). Son barrios populares de estructura orgánica, generalmente en pendiente y de tipologías edificatorias diversas, con múltiples obstáculos para una buena orientación.
- Baja densidad: pese a que Bilbao se caracteriza por su alta densidad, varias zonas de la ciudad se han desarrollado, por motivos diversos, siguiendo modelos de menor densidad (Ciudad Jardín, Masustegi, Zurbaren). Se conforman generalmente como grupos, y las fachadas pierden relevancia como elementos formales de referencia a favor de verjas, puertas, setos y jardines.
- Polígonos residenciales: los desarrollos residenciales de bloques lineales se construyeron durante las décadas de los años 50, 60 y 70 del siglo XX para acoger la inmigración atraída por la industria (Otxarkoaga, Bolueta, Zorrotza). Son barrios de difícil orientación: corresponden a áreas medianas y grandes de bloques lineales y torres no necesariamente alineadas con las calles, que dejan de funcionar como elementos vertebradores de la imagen colectiva.
- Nuevos Ensanches: el esquema de los primeros ensanches ha sido repetido posteriormente, tanto a mediados como a finales del siglo XX (San Ignacio, Txurdinaga, Miribilla). Tienen calles y avenidas más espaciosas y patios de manzana transitables, y aunque el tamaño de las manzanas es similar a las del ensanche primitivo, éstas son bloques homogéneos de escasa variedad de épocas y estilos, creando entornos anodinos que se entiende a veces como barreras.
- Área Rural: Bilbao aún conserva zonas de carácter rural, formadas por prados, bosques y edificaciones aisladas (Buia, Larraskitu, Arbolantxa). Suelen ser lugares altos con vistas, donde las referencias territoriales y paisajísticas ayudan a una correcta orientación. Sin embargo, al estar formados por caminos serpenteantes con pocos cruces, éstos serán los lugares donde el peatón esperará indicaciones y así tener la certeza de haber tomado el camino correcto.
- Gran Infraestructura: debido a su tamaño e importancia económica, Bilbao acoge grandes infraestructuras de escala metropolitana y nacional, en ocasiones agrupadas en grandes bolsas infraestructurales (San Mames, Sarriko). Son grandes generadores de movilidad ocasional, y al estar diseñado según la afluencia máxima, su espacio público circundante parece a menudo desproporcionado. Se perciben como barreras que no permiten adivinar lo que esconden detrás.

Como ya hemos explicado, los cambios en la morfología urbana generalmente implican cambios en la identidad percibida, en el nombre y en la forma en la que las atravesamos. Las áreas intersticiales entre las diferentes morfologías también son puntos críticos donde es más difícil escoger el camino a seguir. En este punto, conviene desarrollar dos conceptos clave: el wayfinding (palabra de difícil traducción al castellano, que podríamos traducir como “proceso de orientación”) y los puntos de decisión.

Wayfinding y puntos de decisión

Por Wayfinding se entiende comúnmente el uso de señales espaciales y ambientales para moverse de un lugar a otro, así como el conjunto de herramientas diseñadas para ayudar a la toma de decisiones antes y durante el viaje (Fendley, 2007). Los puntos de decisión son esenciales para conseguir sistemas exitosos de orientación. Un punto de decisión es donde una persona debe elegir entre más de una dirección, por lo que las conexiones tipológicas en estos puntos son críticas (Young, 1991). En estos puntos de decisión, la orientación debe diseñarse siguiendo tres criterios (Mark A. Foltz, 1998): primero, los peatones deben saber ubicarse en el espacio; segundo, necesitan poder

encontrar la ruta al destino con éxito; y, tercero, deben acumular una experiencia memorable de orientación durante el viaje.

En Bilbao, encontrar los puntos de decisión correctos fue el primer paso hacia un diseño adecuado del sistema de orientación. Solo después se pudieron tomar decisiones de diseño. Realizamos ambos pasos a través de un modelo computacional, basado en datos SIG, que simula procesos urbanos utilizando algoritmos dedicados. Este modelo nos permitió realizar dos análisis que dieron como resultado sendos mapas superpuestos que explicamos en detalle a continuación.

Mapa de calor de puntos de decisión

La primera investigación responde a una pregunta esencial: ¿cuáles son los principales puntos de decisión en la ciudad de Bilbao? Para abordar este problema, uno puede imaginar fácilmente tres momentos cruciales de toma de decisiones: el origen, la ruta y el destino –el destino es un punto de decisión importante porque funciona como punto de origen del viaje de regreso–.

Creamos una matriz de origen-destino (OD) geoposicionando los orígenes, destinos y puntos intermedios en base a los siguientes datos proporcionados por la administración vasca:

- Número de viviendas por cada unidad censal
- Número de puestos de trabajo por cada unidad postal
- Principales puntos de interés como centros culturales, oficinas administrativas, museos, centros deportivos, hospitales y clínicas de salud, etc.

La información sobre el número de viviendas por cada unidad censal viene dada por Eustat, la Oficina Vasca de Estadística. El número de puestos de trabajo por cada unidad postal está disponible bajo pedido a través de la Cámara de Comercio local. Localizamos los principales puntos de interés gracias al Servicio de Descarga FTP GeoEuskadi, desarrollado por el Gobierno Vasco.

La matriz OD final es una matriz de puntos regularmente distribuidos, donde cada punto es ponderado proporcionalmente según el número de habitantes, trabajadores y visitantes. Para cada par de puntos, simulamos las rutas, a pie y en transporte público, utilizando la API (interfaz de programación de aplicaciones) de un servicio online de cálculo de rutas. Al analizar la ruta en transporte público, solo extraemos las partes de la ruta donde el usuario puede tomar decisiones: cómo llegar a las paradas de autobús, cómo tomar un transbordo o cómo dirigirse al destino después de bajarse del vehículo.

El resultado (Fig. 02) es un mapa de calor que indica los caminos y nodos más concurridos, esto es, aquellos con la mayor afluencia de personas. Los nodos incluyen las paradas y estaciones de transporte público, que son puntos de decisión esenciales porque conectan más de una red (red peatonal y red de transporte público). Además, en algunos casos, el usuario sale a la superficie después de viajar varios minutos bajo tierra sin ninguna referencia visual para anticipar la toma de decisiones.

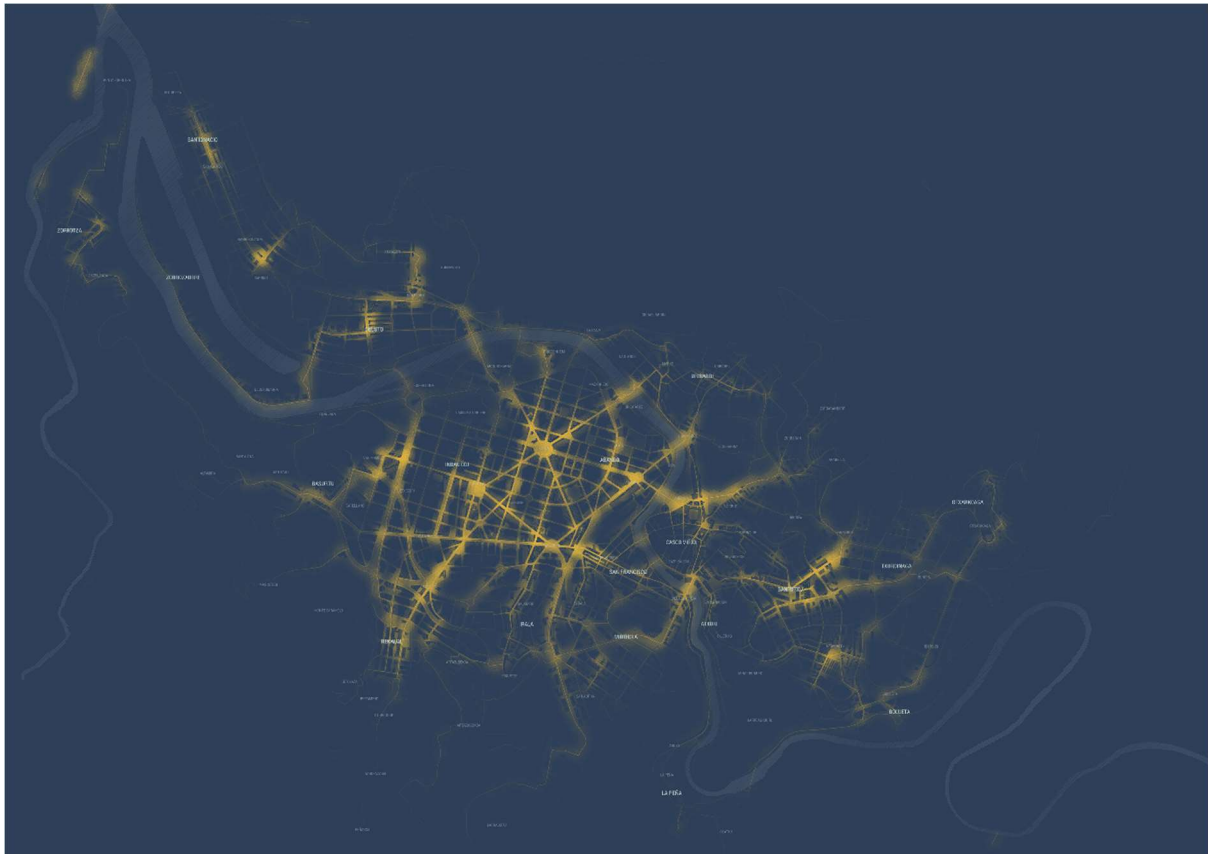


Fig. 02. Mapa de calor de los puntos de decisión peatonales de Bilbao.

Concluimos que, en Bilbao, los puntos de decisión más críticos son las estaciones centrales de la línea de metro, que funcionan como nodos. Otros cruces –algunos de ellos históricos, otros no tanto– también son importantes, y también lo son la mayoría de los puentes en el centro de la ciudad. También distinguimos ejes centrales, principalmente dentro del ensanche histórico, pero también en el perímetro de su área percibida. El modelo también sugiere la importancia de los caminos centrales de los barrios de parcelación periférica. Sin embargo, estos ejes centrales no son tan pronunciados en los barrios más recientes, como los polígonos y los nuevos ensanches, debido al abundante espacio público y la menor actividad comercial. Finalmente, los vacíos urbanos se pueden observar allí donde el flujo de peatones disminuye debido a la falta de puntos de atracción, la falta de caminos directos o las grandes barreras.

Mapa de aperturas visuales

En Bilbao, debido a su complicada orografía, en ocasiones surgen espacios con aperturas visuales desde donde se vislumbran los principales hitos de la ciudad. Nuestra hipótesis era que muchas de estas aperturas visuales serían de gran ayuda en la toma de decisiones durante el viaje. Es por ello por lo que el segundo análisis está relacionado con el método Isovist, es decir, la parte de un entorno espacial que es visible desde un punto determinado (Benedikt, 1979).

Para este análisis isovístico, utilizamos un modelo topográfico tridimensional de Bilbao, obtenido de GeoEuskadi. De este misma fuente pudimos recopilar el perímetro y la altura relativa de los edificios, datos necesarios para poder agregar después los edificios en 3D. El siguiente paso fue crear una red de puntos distribuidos uniformemente en la red de espacios públicos de la ciudad. Desde cada uno de estos puntos, trazamos rayos en todas las direcciones (casi todas: cada grado cubriendo los 360 grados horizontalmente y 30 grados verticalmente) y calculamos a qué distancia intersectaba cada rayo con cualquier elemento urbano. Tomamos en consideración tres escenarios:

- El rayo se cruza con algo a una distancia menor de 400 metros
- El rayo no se cruza con nada
- El rayo se cruza con algo a una distancia igual o mayor que 400 metros

Consideramos que solo el último tipo podría ser una vista panorámica válida, siempre y cuando formara parte de un rango de rayos creando un ángulo de al menos 5 grados. Una vez que filtramos los resultados, lo que logramos fue un mapa de las aperturas visuales de Bilbao (Fig. 03): una red de nodos panorámicos desde los cuales se pueden vislumbrar elementos urbanos distantes de la ciudad. Consideramos que estos nodos panorámicos son importantes por dos razones. Primero, porque las referencias territoriales y paisajísticas ayudan a orientarnos en el viaje. Segundo, porque también ayudan a anticipar la toma de decisiones antes de llegar a un punto de decisión específico.

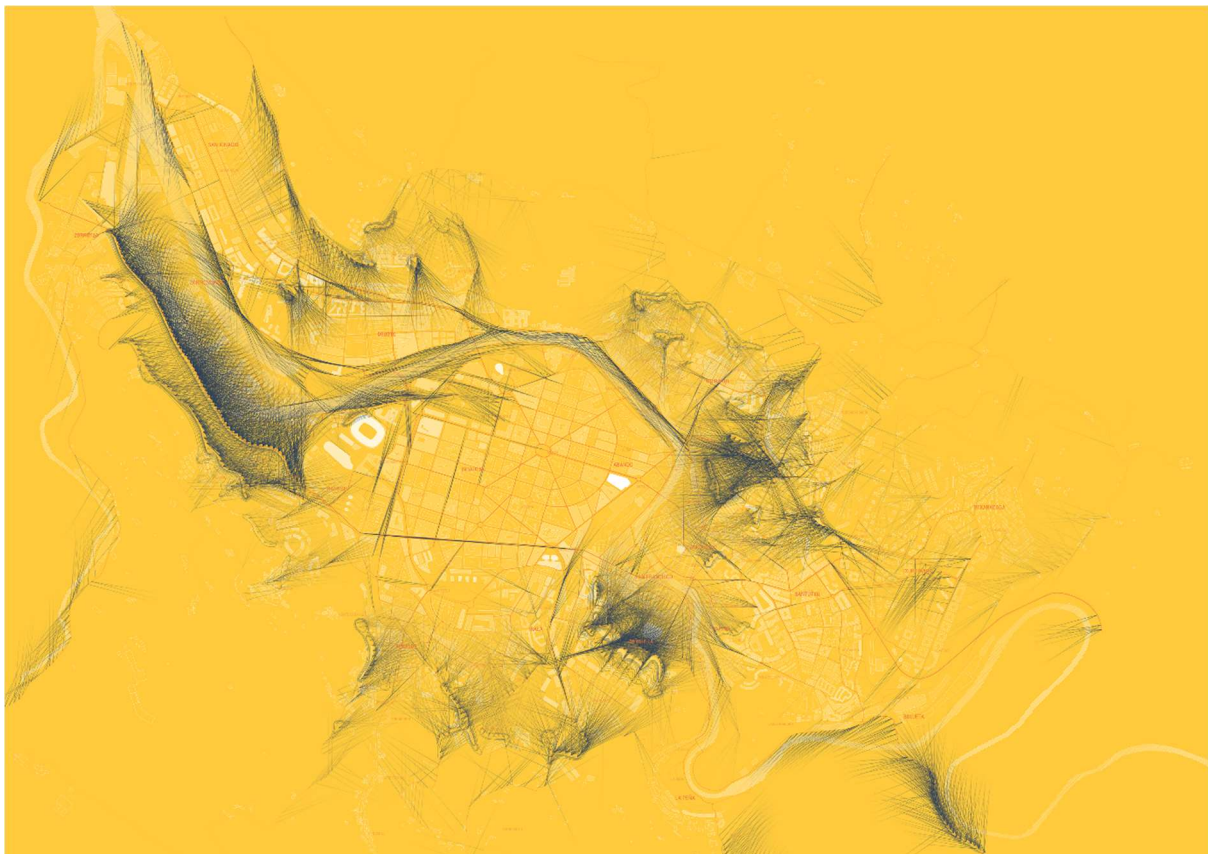


Fig. 04. Mapa de aperturas visuales de Bilbao.

El ejercicio también funciona a la inversa. Un rayo se puede filtrar según la distancia a la que intersecta con un elemento urbano, pero un edificio también se puede visualizar según la cantidad de rayos que intersectan con él.

Por esta razón, el plan de aperturas visuales también incluye los principales hitos de la ciudad. Los hitos se definen como elementos físicos que son únicos y especiales (Lynch, 1960), pero en este caso, nos centramos en los edificios que, debido a que aparecen repetidamente en los panoramas, son memorables y ayudan en la orientación. Parafraseando a Sorrows y Hirtle (1999), nos enfocamos en los hitos visuales y estructurales, dejando de lado los cognitivos. Rascacielos, iglesias y grandes desarrollos se encuentran entre los hitos visuales y estructurales más destacados.

Podemos sacar dos conclusiones del mapa número 2. Por un lado, la importancia de lo que hemos decidido llamar "puntos de anticipación". Los puntos de anticipación no son exactamente puntos de decisión, pero ayudan a la orientación del peatón al proporcionar experiencias de orientación en el espacio, que es uno de los tres criterios del

diseño de wayfinding (Mark A. Foltz, 1998). Los puntos donde surgen las aperturas visuales se consideran puntos de anticipación importantes para la orientación.

Por otro lado, la relevancia de identificar los hitos más importantes para el observador y la forma de incluirlos en los elementos de orientación o señalética. Idealmente, estos puntos de referencia deberían mostrarse en la forma en la que el navegador los percibe en el espacio: en tres dimensiones. De hecho, esta estrategia es una práctica común en varios sistemas de orientación. Debido a que a algunas personas les resulta difícil entender los mapas, los dibujos de los edificios en 3D proporcionan una representación literal de los puntos de referencia clave, haciendo que la lectura de los mapas sea más intuitiva (Fendley, 2007).

Discusión

El objetivo del estudio técnico en el que se basa este artículo fue mejorar la legibilidad urbana de Bilbao y con ella la orientación peatonal a través de adaptaciones, mejoras e innovaciones de la señalética actual. Puesto que la característica principal de Bilbao es la falta de señalética orientada al peatón, entendíamos que era necesaria la creación de un sistema de orientación universal con el fin de garantizar una orientación adecuada y favorecer la forma de movilidad peatonal para toda la ciudadanía.

Desde el punto de vista del peatón, un sistema de orientación universal ayudaría a leer –de ahí el «Bilbao Legible»– los trayectos en la ciudad con facilidad y seguridad, fomentando un mapa mental de la ciudad común, efectivo y fiable para los peatones.

La superposición de los resultados de estas dos investigaciones nos permitió percibir elementos urbanos comunes que pueden ayudar a decidir la ubicación de la nueva señalética (Fig. 04), así como la manera en la que esta señalética debería proporcionar la información relevante (Fig. 05). Cada investigación (mapa de calor de los puntos de decisión y mapa de aperturas visuales) tiene su propia conclusión, pero la superposición de ambos mapas da información adicional: podemos distinguir algunos nodos panorámicos muy transitados, es decir, funcionan como puntos de decisión y como puntos de anticipación al mismo tiempo. Encontramos tres puntos principales de este tipo en Bilbao: el puente Euskalduna, el parque Etxebarria en el centro geométrico de la ciudad y el ascensor/escalera de Solokoetxe, que une Santutxu con el Casco Viejo.

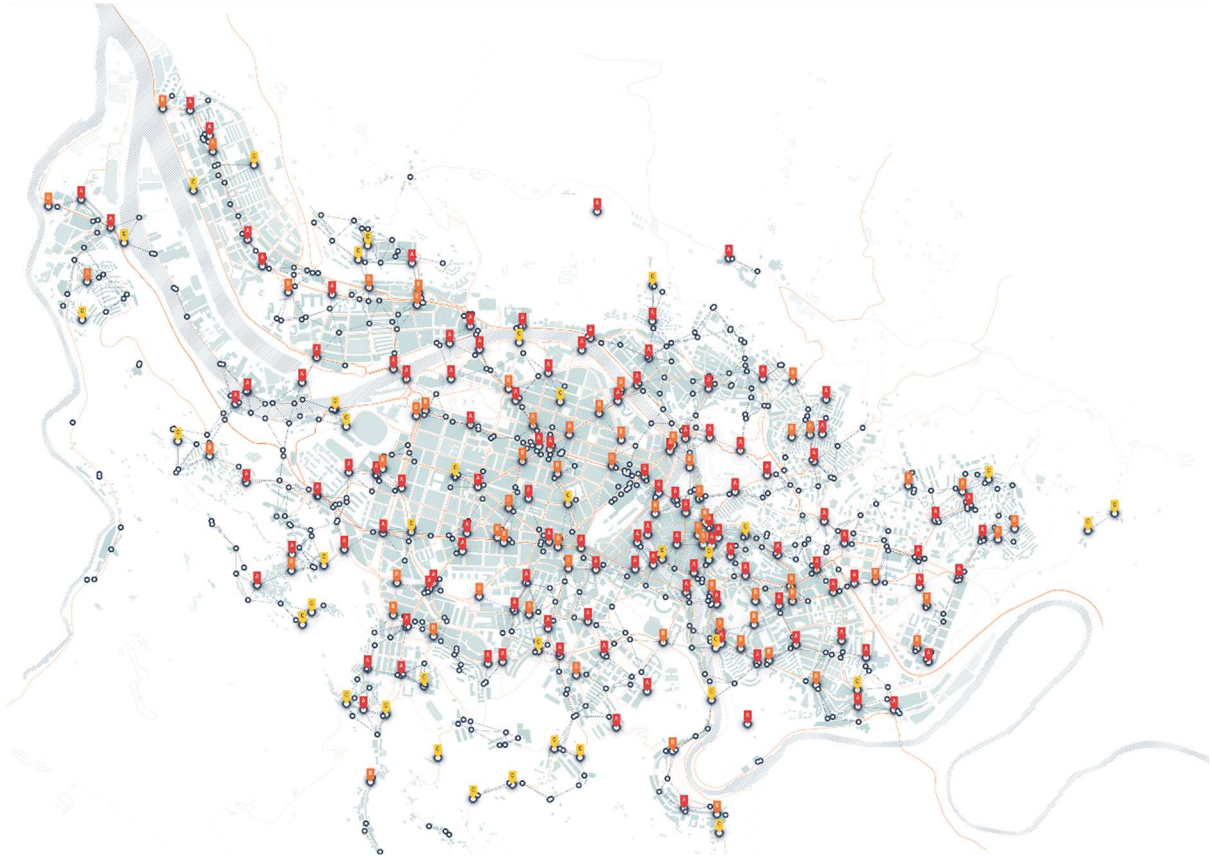


Fig. 04. Ubicación de la señalética según resultados del mapa de calor de los puntos de decisión y del mapa de aperturas visuales.

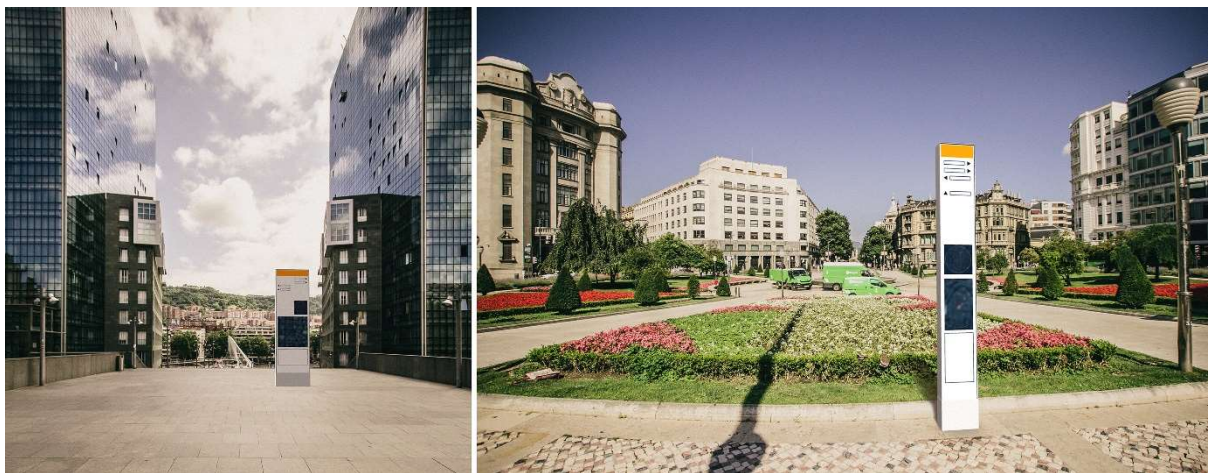


Fig. 05. Visualización de la señalética según resultados del mapa de calor de los puntos de decisión y del mapa de aperturas visuales.

Tal y como mencionábamos en la introducción del artículo, aunque la geografía de la percepción es a priori un campo en el que es difícil incluir técnicas computacionales, ya hay camino recorrido. Este artículo confirma esta posibilidad, y contribuye a la inclusión de los conceptos de La Imagen de la Ciudad en el campo de los Sistemas de Información Geográfica a través de un proyecto de investigación aplicado en un entorno concreto.

Bibliografía

- Andreani, S. y Sayegh, A. 2017. Augmented Urban Experiences. *Acadia 2017 Disciplines + Disruption*, Cambridge, 2-4 noviembre (en papel).
- Benedikt, M. L. 1979. To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields. *Environment and Planning B*, 6, 47-65.
- Fendley, T. (coord.). 2007. *Legible London Yellow Book. A prototype wayfinding system for London*. London: Transport for London.
- Filomena, G., Verstegen, J. A. y Manley, E. 2019. A computational approach to 'The Image of the City'. *Cities*, 89, 14-25.
- Foltz, M. A. 1998. *Designing Navigable Information Spaces*. Cambridge, MA: MIT.
- Gortazar-Balerdi, A. y Markusiewicz, J. 2018. *Bilbo Irakurri, Bilbao Legible. Hacia un sistema de orientación peatonal para Bilbao*. Ayuntamiento de Bilbao.
- Koseoglu, E. y Erinsel-Onder, D. 2001. Subjective and objective dimensions of spatial legibility. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 30, 1191-1195.
- Lynch, K. 1960. *The Image of the City*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sorrows, M. E. y Hirtle, S. C. 1999. The nature of landmarks for real and electronic spaces. En C. Freksa y D M. Mark (coords), *Spatial information theory. Cognitive and Computational Foundations of Geographic Information Science* (37-50). Berlin: Heidelberg.
- Young, Y. 1991. *Architectural legibility of shopping centers simulation and evaluation of floor plan configurations*. Milwaukee: University of Wisconsin.